

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/018661

International filing date: 07 October 2005 (07.10.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-300318
Filing date: 14 October 2004 (14.10.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 November 2005 (17.11.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 0 月 1 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 0 0 3 1 8

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 3 0 0 3 1 8
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): アンリツ株式会社
松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 1 1 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	101796
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G01S 13/00
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地
【氏名】	アンリツ株式会社内 手代木 扶
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地
【氏名】	アンリツ株式会社内 内野 政治
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地
【氏名】	アンリツ株式会社内 斉藤 澄夫
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地
【氏名】	アンリツ株式会社内 江島 正憲
【特許出願人】	
【識別番号】	000000572
【氏名又は名称】	アンリツ株式会社
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100079337
【弁理士】	
【氏名又は名称】	早川 誠志
【電話番号】	03-3490-4516
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	043443
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9712293

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

短パルス波を空間へ放射する送信部（21）と、前記空間に放射された短パルス波の反射波を受信アンテナ（31）により受信し、検波回路（33）によって検波する受信部（30）と、前記受信部の出力に基づいて、前記空間に存在する物体の解析処理を行う信号処理部（40）と、前記信号処理部の解析結果に基づいて、前記送信部および受信部の制御を行う制御部（50）とを有する短パルスレーダにおいて、

前記受信部の検波回路が、

前記受信アンテナで受信された信号を同相分岐する分岐回路（34）と、

前記分岐回路によって同相分岐された信号同士を線形乗算する線形乗算器（35）と、

前記線形乗算器の出力信号からベースバンド成分を抽出する低域通過フィルタ（36）とによって構成されていることを特徴とする短パルスレーダ。

【請求項 2】

前記線形乗算器がギルバートミキサで構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の短パルスレーダ。

【請求項 3】

前記受信部は、

前記検波回路の出力信号に対する積分を行い、その積分結果を保持出力するサンプルホールド回路（37）を有していることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の短パルスレーダ。

【請求項 4】

前記制御部が、前記サンプルホールド回路の積分開始タイミングおよび積分時間を前記信号処理部の処理結果に基づいて可変制御することを特徴とする請求項 3 記載の短パルスレーダ。

【請求項 5】

前記サンプルホールド回路が複数設けられ、該各サンプルホールド回路が、前記検波回路の出力信号に対してそれぞれ異なる期間の積分を行うことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 記載の短パルスレーダ。

【請求項 6】

前記送信部には、前記短パルス波を増幅する電力増幅器（25）が設けられ、

前記受信部には、前記受信アンテナで受信された信号を増幅する LNA（32）が設けられ、

前記制御部は、前記検波回路に入力される信号のレベルが前記線形乗算器の線形動作範囲内となるように、前記電力増幅器と LNA の少なくとも一方の利得を制御することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 記載の短パルスレーダ。

【請求項 7】

前記送信部には、所定幅のパルス信号を発生するパルス発生器（23）と、該パルス発生器からパルス信号が入力されている期間だけ発振動作して短パルス波を出力し、パルス信号が入力されていない期間は発振動作を停止する発振器（24）とを有していることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 または請求項 6 記載の短パルスレーダ。

【請求項 8】

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内に、前記送信部への電源供給を停止させることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 または請求項 6 または請求項 7 記載の短パルスレーダ。

【請求項 9】

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内で、且つ放射された短パルス波についての反射波を受信するための期間を

除く期間に、前記受信部への電源供給を停止させることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 または請求項 6 または請求項 7 または請求項 8 記載の短パルスレーダ。

【請求項 10】

前記受信部が、それぞれの受信アンテナを離間させた状態で 2 組設けられており、

前記信号処理部は、前記 2 組の受信部の出力信号に基づいて、前記空間に存在する物体の方向を解析することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 または請求項 6 または請求項 7 または請求項 8 または請求項 9 記載の短パルスレーダ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 短パルスレーダ

【技術分野】

【0001】

本発明は、幅の狭いパルス波（短パルス波）を所定周期で空間に放射し、空間にある物体からの反射波を受信して検波し、その検波出力に基づいて空間にある物体の解析を行う短パルスレーダのうち、特に車載レーダや視覚障害者の歩行支援用レーダ等のために割り当てられている22～29GHzの準ミリ波帯（UWB）で用いる短パルスレーダを、簡易な構成で実現し、また低消費電力化するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

パルス波を用いて空間の物体を探索するパルスレーダは、基本的に図14に示す構成を有している。

【0003】

即ち、送信部11は、後述する制御部16から所定周期 T_g で出力されるトリガ信号Gを受け、所定のキャリア周波数を有し、トリガ信号Gに同期した所定幅のパルス波 P_t を生成して送信アンテナ11aを介して空間へ放射する。

【0004】

このパルス波 P_t は空間1にある物体1aによって反射され、その反射波 P_r が、受信部12の受信アンテナ12aで受信されて、検波回路13によって検波される。

信号処理部15は、例えば送信部11からパルス波が送出されたタイミングを基準タイミングとし、受信部12から検波出力Dが出力されるタイミングや、その出力波形を求めて、空間1に存在する物体1aの解析を行う。制御部16は、信号処理部15の処理結果等に基づいて、送信部11および受信部12に対する各種制御を行う。

【0005】

なお、このようなパルスレーダの基本的な構成は、次の特許文献1、2に開示されている。

【0006】

【特許文献1】 特開平7-012921号公報

【特許文献2】 特開平8-313619号公報

【0007】

このような基本構成を有するパルスレーダのうち、近年実用化されつつある車載用のものとしては、ミリ波帯（77GHz）を用い、高出力で、遠距離の狭い角度範囲を探索して、衝突防止や走行制御等の高速走行時の支援を目的とするものと、準ミリ波（22～29GHz）を用い、低出力で近距離の広い角度範囲を探索し、死角補助、車庫入れ補助等、低速走行時の支援を目的とするものがある。

【0008】

この準ミリ波帯は、一般にUWB（Ultra Wide Band）と呼ばれ、車載レーダだけでなく、視覚障害者の歩行支援用レーダや近距離通信システム等にも使用される。

【0009】

UWBは広帯域であるので、レーダシステムにおいては、幅1ns以下の短パルスを用いることができ、距離分解能が高いレーダを実現できる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、このUWBを用いた短パルスレーダを実現するために、解決すべき種々の問題がある。

【0011】

その重要な問題の一つは、各種車両への組み込みや携帯利用などの点で、小型で低消費

電力が要求されるが、従来のパルスレーダではその要求に十分答えられないという点である。

【0012】

即ち、従来のパルスレーダの受信部には位相情報が得られる点等から、検波回路13として、直交型の検波回路が用いられている。

【0013】

この直交型の検波回路13は、図15に示すように、入力信号Sを0°分配器13aによって同相分岐して2つのミキサ13b、13cにそれぞれ入力し、ローカル信号Lを90°分配器13dによって互いに90度位相差のある信号に分けてそれぞれミキサ13b、13cに入力して、入力信号Sと混合する。なお、ローカル信号Lは、送信波の一部を分岐して用いられる。

【0014】

そして、フィルタ13e、13fによってミキサ13b、13cの出力成分からベースバンド成分I、Qをそれぞれ抽出する。

【0015】

このベースバンド成分I、Qに対する演算処理を行うことで、入力信号の強度、位相が把握できる。

【0016】

このような直交型の検波回路では、2つのミキサ13b、13cが必要になるばかりでなく、その後に続く回路、例えばサンプルホールド回路やA/D変換器等も2系統必要となり、装置が複雑化しコスト高になる。

【0017】

さらに、2つのミキサ13b、13cに十分な電力のローカル信号を供給する必要がある、そのための増幅器等が必要となり、装置全体が複雑化し、消費電力が大きくなる。

【0018】

また、準ミリ波帯における90°分配器13dは、分布定数型で損失の少ない円環状のラットレース型が適当であるが、この構造の90°分配器13dはIC回路との集積化が困難で回路が大型化してしまう。

【0019】

また、直交型の検波回路13で使用するローカル信号Lの周波数は受信周波数そのものであり、しかも、上記したように高レベルであるので、そのリーク成分が回り込んで受信されないように、厳重なシールドが必要となり、装置の小型化が困難となる。

【0020】

一方、上記のように構成が複雑で電力消費が大きくなる直交型の検波回路を用いずに、パワー測定等で使用されているダイオードによるピーク検波回路を用いることも考えられるが、ピーク検波回路では、原理的に応答速度が低く、上記のような1ns以下の幅のパルスを検波することはできない。

【0021】

また、ターゲットが金属板などのような高い反射率を有する場合には、送信パルス波形と反射して戻ってきた受信波形とが類似しており、前記したように送信波を分岐してローカル信号として用いる前述の直交型検波方式では、相関をとることにより高い感度でターゲットを検出できるが、人体などのように分散性をもつターゲットについては、受信パルスは長く尾を引き、波形も送信パルスのそれとは相違するため、相関出力が小さくなり、レーダの検知能力が低下するという問題があった。

【0022】

本発明は、この問題を解決し、UWBで使用可能な小型で且つ消費電力が少ない短パルスレーダを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0023】

前記目的を達成するために、本発明の請求項1の短パルスレーダは、

短パルス波を空間へ放射する送信部（２１）と、前記空間に放射された短パルス波の反射波を受信アンテナ（３１）により受信し、検波回路（３３）によって検波する受信部（３０）と、前記受信部の出力に基づいて、前記空間に存在する物体の解析処理を行う信号処理部（４０）と、前記信号処理部の解析結果に基づいて、前記送信部および受信部の制御を行う制御部（５０）とを有する短パルスレーダにおいて、

前記受信部の検波回路が、

前記受信アンテナで受信された信号を同相分岐する分岐回路（３４）と、

前記分岐回路によって同相分岐された信号同士を線形乗算する線形乗算器（３５）と、

前記線形乗算器の出力信号からベースバンド成分を抽出する低域通過フィルタ（３６）とによって構成されている。

【００２４】

また、本発明の請求項２の短パルスレーダは、請求項１記載の短パルスレーダにおいて、

前記線形乗算器がギルバートミキサで構成されていることを特徴としている。

【００２５】

また、本発明の請求項３の短パルスレーダは、請求項１または請求項２記載の短パルスレーダにおいて、

前記受信部は、

前記検波回路の出力信号に対する積分を行い、その積分結果を保持出力するサンプルホールド回路（３７）を有していることを特徴としている。

【００２６】

また、本発明の請求項４の短パルスレーダは、請求項３記載の短パルスレーダにおいて、

前記制御部が、前記サンプルホールド回路の積分開始タイミングおよび積分時間を前記信号処理部の処理結果に基づいて可変制御することを特徴としている。

【００２７】

また、本発明の請求項５の短パルスレーダは、請求項３または請求項４記載の短パルスレーダにおいて、

前記サンプルホールド回路が複数設けられ、該各サンプルホールド回路が、前記検波回路の出力信号に対してそれぞれ異なる期間の積分を行うことを特徴としている。

【００２８】

また、本発明の請求項６の短パルスレーダは、請求項１または請求項２または請求項３または請求項４または請求項５記載の短パルスレーダにおいて、

前記送信部には、前記短パルス波を増幅する電力増幅器（２５）が設けられ、

前記受信部には、前記受信アンテナで受信された信号を増幅するＬＮＡ（３２）が設けられ、

前記制御部は、前記検波回路に入力される信号のレベルが前記線形乗算器の線形動作範囲内となるように、前記電力増幅器とＬＮＡの少なくとも一方の利得を制御することを特徴としている。

【００２９】

また、本発明の請求項７の短パルスレーダは、請求項１または請求項２または請求項３または請求項４または請求項５または請求項６記載の短パルスレーダにおいて、

前記送信部には、所定幅のパルス信号を発生するパルス発生器（２３）と、該パルス発生器からパルス信号が入力されている期間だけ発振動作して短パルス波を出力し、パルス信号が入力されていない期間は発振動作を停止する発振器（２４）とを有していることを特徴としている。

【００３０】

また、本発明の請求項８の短パルスレーダは、請求項１または請求項２または請求項３または請求項４または請求項５または請求項６または請求項７記載の短パルスレーダにおいて、

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内に、前記送信部への電源供給を停止させることを特徴としている。

【0031】

また、本発明の請求項9の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8記載の短パルスレーダにおいて、

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内で、且つ放射された短パルス波についての反射波を受信するための期間を除く期間に、前記受信部への電源供給を停止させることを特徴としている。

【0032】

また、本発明の請求項10の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9記載の短パルスレーダにおいて、

前記受信部が、それぞれの受信アンテナを離間させた状態で2組設けられており、

前記信号処理部は、前記2組の受信部の出力信号に基づいて、前記空間に存在する物体の方向を解析することを特徴としている。

【発明の効果】

【0033】

このように、本発明の短パルスレーダでは、受信した信号同士を線形乗算器で乗算してその自乗成分を求め、その自乗成分からフィルタによってベースバンド成分を抽出することで反射波を検波しているので、検波のためのローカル信号が不要となり、構成が簡単化され、小型で且つ電力消費の少ないシステムを実現できる。

【0034】

また、本発明の短パルスレーダは、従来のような相関処理とは異なり、受信波の電力を積分する方式であるので、人体等のように送信パルスと受信パルスの波形が大きく異なる、所謂分散性の大きいターゲットの検出に適している。

【0035】

さらに、本発明の短パルスレーダでは、送信部において、パルスが入力されている期間のみ発振動作をして短パルス波を出力する発振器を用いることで、残留キャリアを発生させないようにしている。このような送信波に対して従来の直交検波方式では、ローカル信号が断続する際の過渡応答により特性が不安定となる等の問題が生じるが、本発明では、検波特性が基本的に送信波形に依存しない自乗検波方式であり、上記のような送信パルスの検出に問題なく適用できる。即ち、上記のように残留キャリアを発生させない短パルス発生方式と自乗検波方式とを組合せることにより、簡易な構成で、且つ様々な散乱特性を有するターゲットの検出に適した短パルスレーダを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明を適用した短パルスレーダ20の構成を示している。

【0037】

この短パルスレーダ20は、送信部21、受信部30、信号処理部40および制御部50によって構成されている。

【0038】

送信部21は、制御部50から所定周期 T_g で出力されるトリガ信号 G を受ける毎に、所定幅 T_p （例えば1ns）で所定キャリア周波数 F_c （例えば26GHz）の短パルス波 P_t を生成して送信アンテナ22から空間1へ放射する。なお、送信アンテナ22を受信アンテナ31と共用する場合もある。

【0039】

この送信部21は、図1に示しているように、トリガ信号 G に同期した幅 T_p のパルス信号 P_a を発生するパルス発生器23、パルス信号 P_a を受けている間 T_p だけキャリア

周波数 F_c の信号を発振出力する発振器 24 と、発振器 24 の出力信号を増幅して送信アンテナ 22 に供給する電力増幅器 25 と、帯域外不要放射を抑圧するバンドリジエクションフィルタ (BRF) 26 とを有している。

【0040】

発振器 24 には、いくつかの構成が考えられる。図 2 はその一つの構成例を示しており、入力共通の AND 回路と NAND 回路とが一体化されたゲート回路 24a、そのゲート回路 24a の入力部に接続されたエミッタフォロア型の入力バッファ 24b、24c、ゲート回路 24a の出力部に接続された出力バッファ 24d およびゲート回路 24a の反転出力を遅延して一方の入力バッファ 24b に入力する遅延回路 24e とを有している。

【0041】

この構成の発振器 24 では、図 3 の (a) に示す周期 T_g のパルス信号 P_a が入力バッファ 24c に入力されている間、図 3 の (b) のように、所定周波数 (キャリア周波数) の矩形波の信号 P_b がバースト状に発振出力される。

【0042】

この出力信号 P_b の周波数は、入力バッファ 24b およびゲート回路 24a の入出力遅延時間と、遅延回路 24e の遅延時間との合計で決まるが、入力バッファ 24b およびゲート回路 24a の入出力遅延時間は一般的に回路素子に依存して決まる固定値であるので、ここでは、遅延回路 24e の定数の一部を可変できるように構成し、この定数を調整して、発振周波数を前記 UWB のほぼ中心 (例えば 26 GHz) に設定している。

【0043】

また、発振器 24 の他の構成例としては、図 4 のように、増幅器 24f と、その増幅器 24f の負荷としての共振器 24g と、増幅器 24f の出力を入力側に正帰還させる帰還回路 24h とにより共振器 24g の共振周波数 (例えば 26 GHz) で発振動作する発振回路を形成し、さらに増幅器 24f の入力側 (出力側でもよい) とアースラインの間に、パルス信号 P_a により開閉制御可能なスイッチ 24i を設ける。

【0044】

この構成の発振器 24 では、パルス信号 P_a が入力している期間だけスイッチ 24i が開いて発振動作し、パルス信号 P_a が入力していない期間はスイッチ 24i が閉じて帰還ループの一端がアースラインに短絡されて、発振動作が停止する。

【0045】

なお、ここでは、増幅器 24f の入力側とアースラインの間をスイッチ 24i により短絡、開放しているが、増幅器 24f の出力側とアースラインの間をスイッチ 24i により短絡、開放してもよい。

【0046】

これらいずれの構成の発振器 24 を用いた送信部 21 は、パルス信号 P_a によって発振器 24 の発振動作そのものを制御する構成であるので、原理的にキャリア漏れは発生しない。したがって、UWB の使用に際して規定されている電力密度の制限は、発振時に出力される短パルス波の瞬時パワーについてのみ考慮すればよく、規定されている電力を最大限有効に使用できる。

【0047】

なお、上記した図 2、図 4 の発振器 24 の構成は一例であり、他の回路構成、例えば、発振回路の電源 (電流源等) をパルス信号 P_a によりオンオフすることによっても、上記のようなキャリア漏れのないバースト波を得ることができる。

【0048】

なお、このバースト波を得るために従来はスイッチ等を用いてキャリア信号をパルス変調する方式が用いられていたが、この従来方式はオフ時のアイソレーションが完全でなく、しかも短パルスレダではオン時よりオフ時の時間が圧倒的に長いため、大きな残留キャリア電力が発生する。この問題を解決するために、上記残留キャリアを、ドップラレーダ用に割り当てられている 24.05 GHz から 24.2 GHz の狭帯域のバンドに避難させることも考えられている。

【0049】

しかし、この場合、近くにEES（地球探査衛星）のパッシブセンサを保護するための電波発射禁止帯があり、このバンドへの深刻な干渉が懸念されている。

【0050】

これに対し、上記のように、発振動作そのものをオンオフ制御してオフ時の残留キャリアを原理的に発生させない方式を採用することで、周波数の設定は規定のスペクトルマスク内で自由となり、上記電波発射禁止帯との干渉を十分に避けるように周波数の設定をすることができる。

【0051】

発振器24から出力される信号P_bは、電力増幅器25により増幅され、BRF26を介して送信アンテナ22に供給される。このため、送信アンテナ22からは前記した短パルス波P_tが探査対象の空間1に放射される。なお、電力増幅器25の利得は、制御部50によって可変できるようになっている。

【0052】

一方、受信部30は、空間1の物体1aからの反射波P_rを受信アンテナ31を介して受信し、その受信信号RをLNA（低雑音増幅器）32により増幅した後、帯域幅2GHz程度のバンドパスフィルタ（BPF）41により帯域制限し、その帯域制限された反射信号R'を検波回路33によって検波する。LNA32の利得は、制御部50によって可変できるようになっている。

【0053】

検波回路33は、BPF41から出力される反射信号R'を同相（0°）分岐する分岐回路34と、その同相分岐された反射信号同士を線形乗算する線形乗算器35と、整形乗算器35の出力信号からベースバンド成分Wを抽出する低域通過フィルタ（LPF）36とによって構成されている。

【0054】

線形乗算器35には、二重平衡ミキサを用いる等いくつかの方式があるが、高速動作をするものとして、ギルバートミキサを用いて構成する方法が考えられる。

【0055】

ギルバートミキサは、図5に示すように、3組の差動増幅器35a、35b、35cからなり、差動増幅器35aに第1信号V₁を差動入力し、その負荷側に接続された2組の差動増幅器35b、35cに第2信号V₂を差動入力すると、第1信号V₁と第2信号V₂の積に等しい信号成分のみを負荷抵抗R₃、R₄から出力する。

【0056】

この構成の線形乗算器35に、例えば図6の（a）のような正弦状の信号S（t）を同相でバースト状に入力すると、その出力信号は、図6の（b）のように、入力信号S（t）を2乗した波形となり、その包絡線（ベースバンド）Wは、入力信号S（t）の電力に比例している。

【0057】

このように複数の差動増幅器からなる線形乗算器35は、MMICで極めて小型に構成することができ、しかも、ローカル信号を供給する必要がないので、電力消費が少なくて済む。

【0058】

この回路構成の従来の線形乗算器の応答特性は、UWBで使用するには十分と言えなかったが、本願発明者らは、入出力のインピーダンス整合やピーキング補正等により、この回路構成の線形乗算器35の応答特性を改善して、UWBで使用可能なものを実現している。

【0059】

図7～図9は、本願発明者らによって実現された線形乗算器35の特性例を示している。

【0060】

図 7 は、線形乗算器 3 5 の周波数特性の測定結果であり、 -3 dB 以内の帯域がほぼ 27 GHz まで延びており、UWB の中心をキャリア周波数とする短パルスレーダに十分な適応性を有していることが判る。

【0061】

また、図 8 は、パルス幅 1 ns の入力信号に対する線形乗算器 3 5 の出力を低域通過フィルタ 3 6 によって 7 GHz の帯域制限をして得られたベースバンド成分 W の観測波形であり、観測用オシロの演算機能で得られた平均立ち上がり時間は約 59 ps 、平均立ち下がり時間は約 36 ps となっており、極めて高速な応答特性を有していることが判る。

【0062】

また、図 9 は、線形乗算器 3 5 の入出力特性の測定結果であり、入力レベルが -30 dBm から -5 dBm までの広い範囲で直線性が得られており、入力信号レベルをこの範囲内にコントロールすれば、線形乗算器 3 5 の出力は入力信号の電力を正確に示すことになる。

【0063】

検波回路 3 3 で得られたベースバンド信号 W は、サンプルホールド回路 3 7 に入力される。サンプルホールド回路 3 7 は、図 10 にその原理図を示すように、抵抗 3 7 a とコンデンサ 3 7 b による積分回路にスイッチ 3 7 c を介してベースバンド信号 W を入力する構成を有しており、パルス発生器 3 8 からのパルス信号 P c がハイレベル（ローレベルでもよい）の間、スイッチ 3 7 c を閉じてベースバンド信号 W を積分し、パルス信号 P c がローレベルになると、スイッチ 3 7 c を開いて積分結果を保持する。

【0064】

なお、ここではサンプルホールド回路 3 7 のサンプリングの周期、即ち、パルス信号 P c の周期をトリガ信号 G の周期に等しいものとして説明するが、サンプリングの周期は、トリガ信号 G の周期 T_g の整数倍であってもよい。

【0065】

パルス発生器 3 8 は、トリガ信号 G に同期する信号 G'（トリガ信号 G そのものであってもよい）を受け、信号 G に対して制御部 5 0 で指定された時間 T_d だけ遅延し、且つ制御部 5 0 で指定された幅 T_c のパルス信号 P c を生成して、サンプルホールド回路 3 7 に出力する。

【0066】

サンプルホールド回路 3 7 で積分されて保持された信号 H は、その保持直後に A/D 変換器 3 9 によってデジタル値に変換され、信号処理部 4 0 に入力される。

【0067】

信号処理部 4 0 は、受信部 3 0 で得られた信号 H に基づいて、空間 1 に存在する物体 1 a についての解析を行い、その解析結果を図示しない出力機器（例えば表示器、音声発生器）によって報知し、また制御に必要な情報を制御部 5 0 に通知する。

【0068】

制御部 5 0 は、この短パルスレーダ 2 0 について予め決められたスケジュールにしたがって、あるいは、信号処理部 4 0 の処理結果に応じて、送信部 2 1 および受信部 3 0 に対する各種制御を行う。

【0069】

次に、この短パルスレーダ 2 0 の一つの動作例について説明する。

制御部 5 0 は、探査初期において、電力増幅器 2 5 の利得を規定値に設定し、LNA 3 2 の利得を例えば最大に設定し、周期 T_g （例えば $10\text{ }\mu\text{s}$ ）のトリガ信号 G を送信部 2 1 に与えて、図 11 の（a）のような、幅 T_p （例えば 1 ns ）のパルス信号 P a を発振器 2 4 に入力させ、送信部 2 1 から図 11 の（b）に示すように、キャリア周波数 F_c （例えば 26 GHz ）で幅 T_p の短パルス波 P t を空間 1 へ放射させる。

【0070】

このとき、送信部 2 1 に対する電源供給は、制御部 5 0 によって短パルス波 P t の出力期間だけ（あるいはその期間を含むごく限られた期間のみ）なされる。送信部 2 1 に電源

供給されている時間は、全体のほぼ $1/10000$ であるので、無駄な電力消費が発生しない。

【0071】

送信部21から放射された短パルス波 P_t は、空間1に存在する物体1aで反射し、その反射波 P_r が、例えば図11の(c)のように、各短パルス波 P_t の送信タイミングから物体1aまでの往復距離に応じた時間 T_x だけ遅延して受信アンテナ31で受信される。

【0072】

受信部30では、この受信信号 R をLNA32によって増幅した後、BPF41により帯域制限して雑音電力を低減し、その出力信号 R' を検波回路33の線形乗算器35と低域通過フィルタ36により検波して、図11の(d)のようなベースバンド成分 W を検出する。

【0073】

一方、サンプルホールド回路37には、図11の(e)のように、幅 T_c （例えば1ns）のパルス信号 P_c が、短パルス波 P_t の各送信タイミングから T_d 、 $2T_d$ 、 $3T_d$ 、…ずつ遅れて入力される。なお、ここでは、遅延時間 T_d がパルス P_c の幅と等しい場合で説明する。

【0074】

また、探査対象の空間1の遠端までの距離を15m以内とするとその15mを電波が往復するための時間はほぼ100nsであるので、短パルス波 P_t の送信タイミングから最大で100 T_d まで遅延することで、15m以内からの反射波をカバーすることができる。

【0075】

図11に示しているように、1回目から3回目までのパルス信号 P_c は、ベースバンド成分 W と重なり合わないため、サンプルホールド回路37はノイズ成分のみを積分することになり、その積分結果および保持値はほぼゼロとなる。

【0076】

そして、4回目および5回目のパルス信号 P_c がベースバンド成分 W と重なり合うと、図11の(f)のように、パルス信号 P_c のハイレベル期間内でベースバンド信号 W が積分され、その積分結果 H_1 、 H_2 が保持され、図11の(g)のように、デジタル値に変換されて信号処理部40に出力される。

【0077】

信号処理部40は、この保持値 H_1 、 H_2 に基づいて、物体1aまでの距離、物体の大きさなどを検出する。

【0078】

例えば、所定レベル以上の保持値 H が入力されたとき、それが何回目のサンプリングで得られたかにより、物体までの距離を検出する。また、所定レベル以上の保持値 H が連続する場合には、その連続する回数などにより、物体の大きさを検出する。

【0079】

この検出情報は制御部50に通知される。制御部50は、例えば通知された検出情報が、物体までの距離が近く、反射波 P_r の強度が大きいことを示しているときには、検波回路33の入力レベルが、線形乗算器35の線形動作範囲内となるように、LNA32の利得を下げ、また、必要であれば電力増幅器25の利得も下げて、次の探査において、より正確なベースバンド成分 W を検出させる。

【0080】

また、探査空間1の遠端近傍からの弱い反射波を解析する必要がある場合には、電力増幅器25の利得を上げる。

【0081】

また、サンプルホールド回路37の積分時間 T_c についても探査対象の空間1の状態や物体1の大きさなどに応じ適宜可変して、必要な探査情報を得る。

【0082】

なお、ここでは、送信部21については、短パルス波 P_t を放射するときだけ電源を供給し、受信部30については電源の供給を停止していないが、前記したように探査範囲に対応する時間が100nsで短パルス波の放射周期 T_g が10 μ sの場合、その周期 T_g 内の1/100程度しか利用していないので、その残りの期間、受信部30に対する電源供給を停止させてもよく、このようにすればさらに電力消費を低減できる。

【0083】

また、例えば100回の短パルス波 P_t の放射で、所定レベル以上の保持出力 H が得られない場合、信号処理部40は探査範囲内に障害となる物体がないと判断し、これを制御部50に通知する。

【0084】

この通知を受けた制御部50は、一定期間（例えば1ms）、送信部21および受信部30への電源供給を停止させ、その一定時間経過後に再び上記の動作を繰り返す。

【0085】

このような電源の供給制御により、消費電力を非常に小さくすることができ、電池駆動に対応でき、携帯利用が可能となる。

【0086】

上記説明では、サンプルホールド回路37において、短い積分時間でその積分タイミングをずらしながら探査しているが、例えば、探査初期段階で積分時間を探査距離に対応した時間（例えば100ns）に設定（フルレンジ設定）しておけば、1回の短パルスの放射で、物体の有無などを速やかに把握できる。

【0087】

ただし、上記したように積分型のサンプルホールド回路37では、リークによる放電があるので、長い時間の電圧保持が困難になる。

【0088】

このような場合には、図12に示すように、複数（この例では4つ）のサンプルホールド回路37A～37Dを並列に設け、各サンプルホールド回路37A～37Dが、検波回路33の出力信号 W に対してそれぞれ異なる期間の積分を行うようにパルス信号 P_c を与えればよい。

【0089】

つまり、上記数値例でいえば、全体の積分時間 T_e は100nsであるので、各サンプルホールド回路37A～37Dに対して幅が25ns（= $T_e/4$ ）でそれぞれ25ns（= $T_e/4$ ）ずつ遅延したパルス信号 P_c をパルス発生器38'から与え、サンプルホールド回路37A～37Dの保持値 $H_a \sim H_d$ をそれぞれA/D変換器39A～39Dによってデジタル値に変換して信号処理部40に出力すればよい。

【0090】

また、上記のように検波回路としてローカル信号を用いる必要がないため、図13に示すダイバシティ方式の短パルスレーダ20'も極めて容易に実現できる。

【0091】

この短パルスレーダ20'では、互いの受信アンテナ（図示せず）が離間した状態の2組の受信部30A、30BとA/D変換器39A、39Bを設けて、物体1aから異なる方向に反射された反射波 P_r 、 P_r' を各受信部30A、30Bで受信検波して、その検波出力の遅延時間差を検出することにより、物体1aの方向や移動方向等を把握することができる。このように複数の受信部30A、30Aを設けた場合でも、ローカル信号の引き回しやシールドなどが不要で、それぞれ独立した検波回路で検波することができ、装置設計が非常に容易となる。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】本発明の実施形態の構成を示す図

【図2】実施形態の要部の構成例を示す図

【図 3】実施形態の要部の動作説明図

【図 4】実施形態の要部の他の構成例を示す図

【図 5】実施形態の要部の構成例を示す図

【図 6】実施形態の要部の動作説明図

【図 7】実施形態の要部の特性を示す図

【図 8】実施形態の要部の特性を示す図

【図 9】実施形態の要部の特性を示す図

【図 10】実施形態の要部の基本構成を示す図

【図 11】実施形態の動作説明図

【図 12】本発明の他の実施形態の構成例を示す図

【図 13】本発明の他の実施形態の構成例を示す図

【図 14】パルスレーダの基本構成図

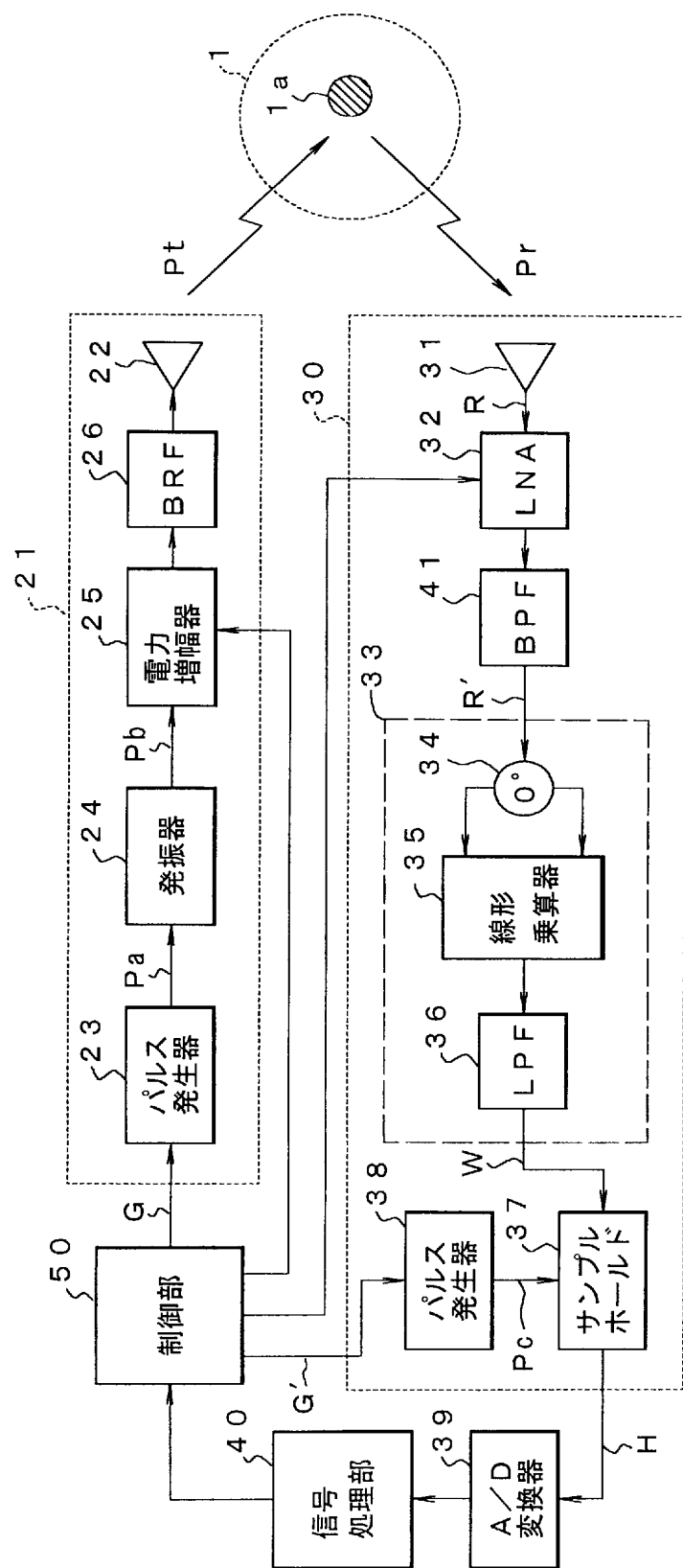
【図 15】従来のパルスレーダの検波回路の構成例を示す図

【符号の説明】

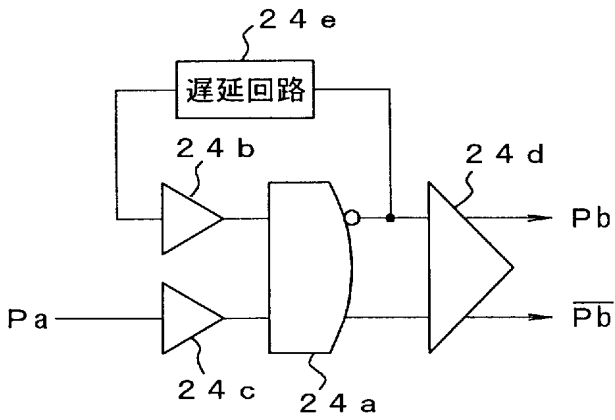
【0093】

1 ……空間、1a ……物体、20、20′ ……短パルスレーダ、21 ……送信部、22
……送信アンテナ、23 ……パルス発生器、24 ……発振器、25 ……電力増幅器、26
……バンドリジエクションフィルタ（BRF）、30、30A、30B ……受信部、31
……受信アンテナ、32 ……LNA、33 ……検波回路、34 ……分岐回路、35 ……線
形乗算器、36 ……低域通過フィルタ（LPF）、37、37A～37D ……サンプルホ
ールド回路、38、38′ ……パルス発生器、39、39A～39D ……A/D変換器、
40 ……信号処理部、41 ……バンドパスフィルタ（BPF）、50 ……制御部

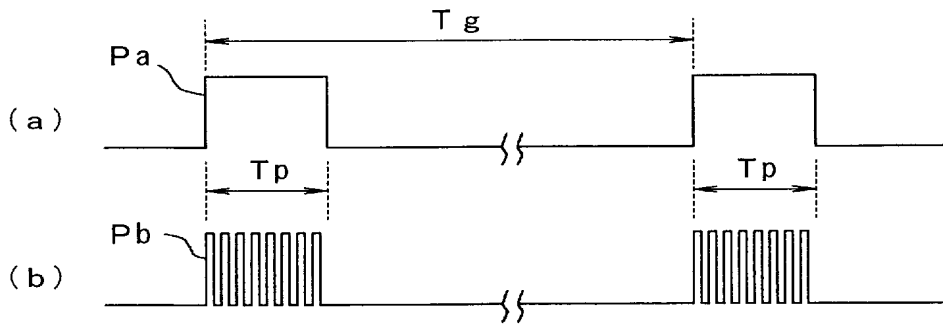
20



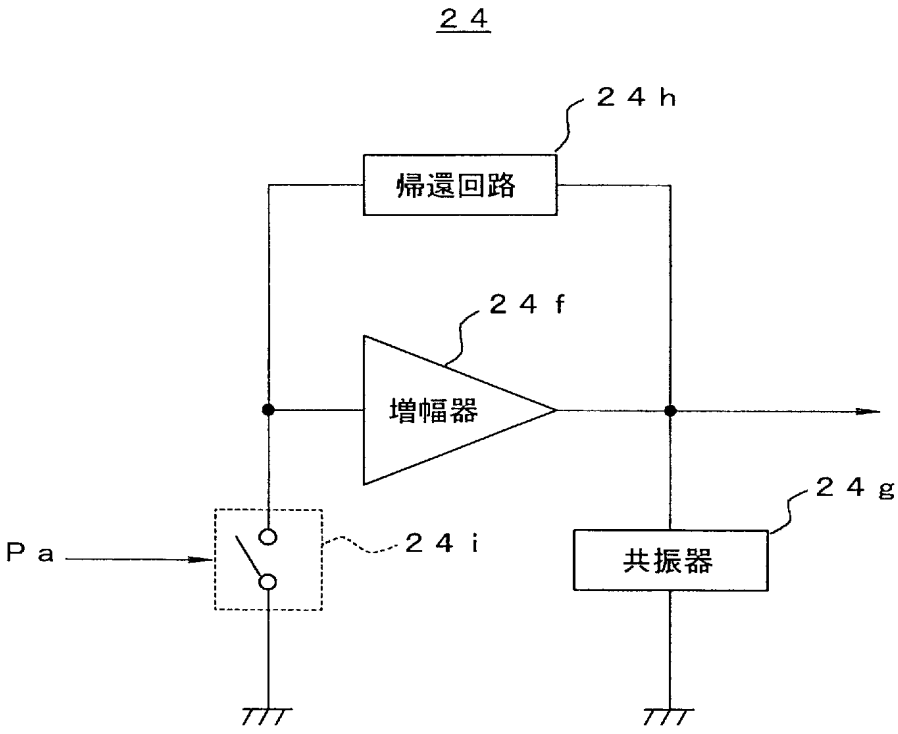
【图 2】



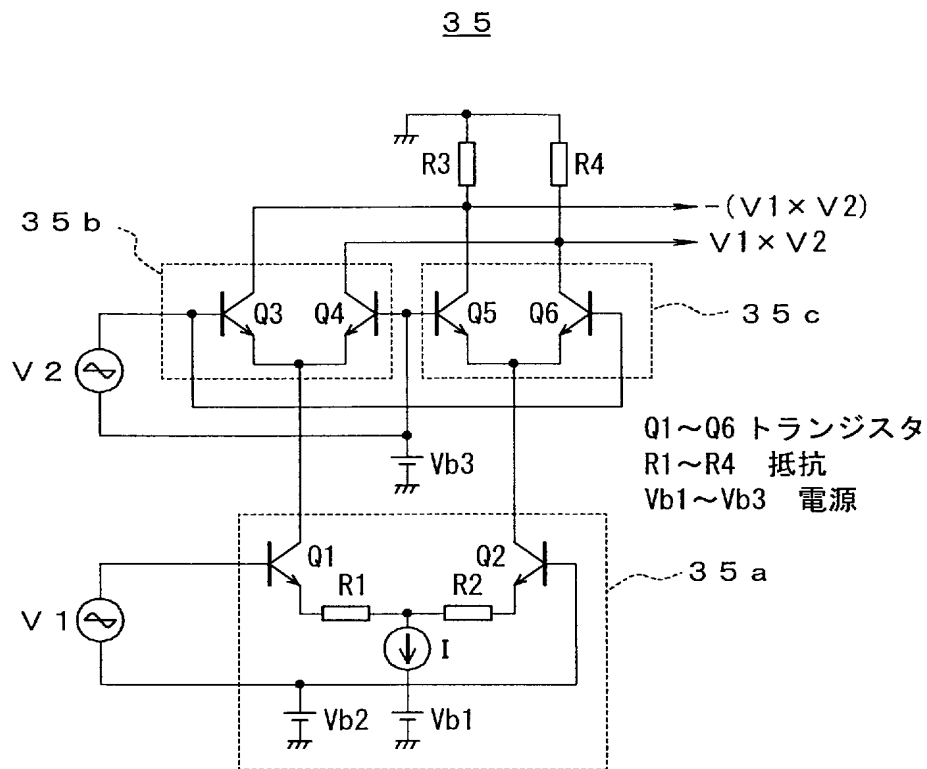
【図 3】



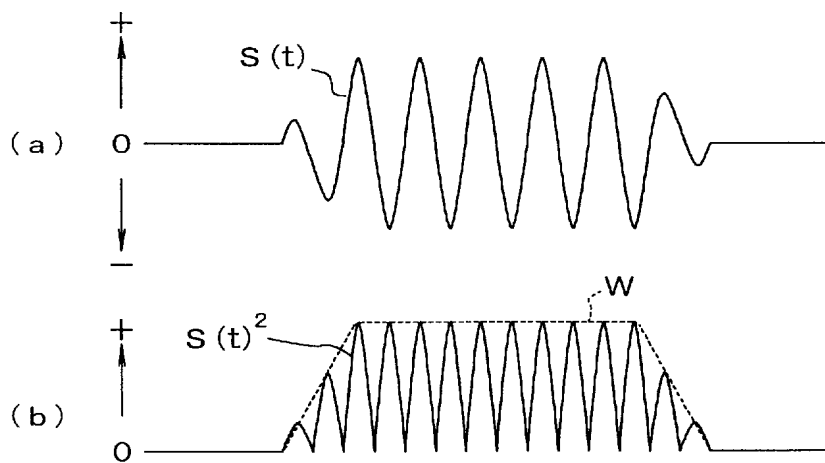
【 図 4 】

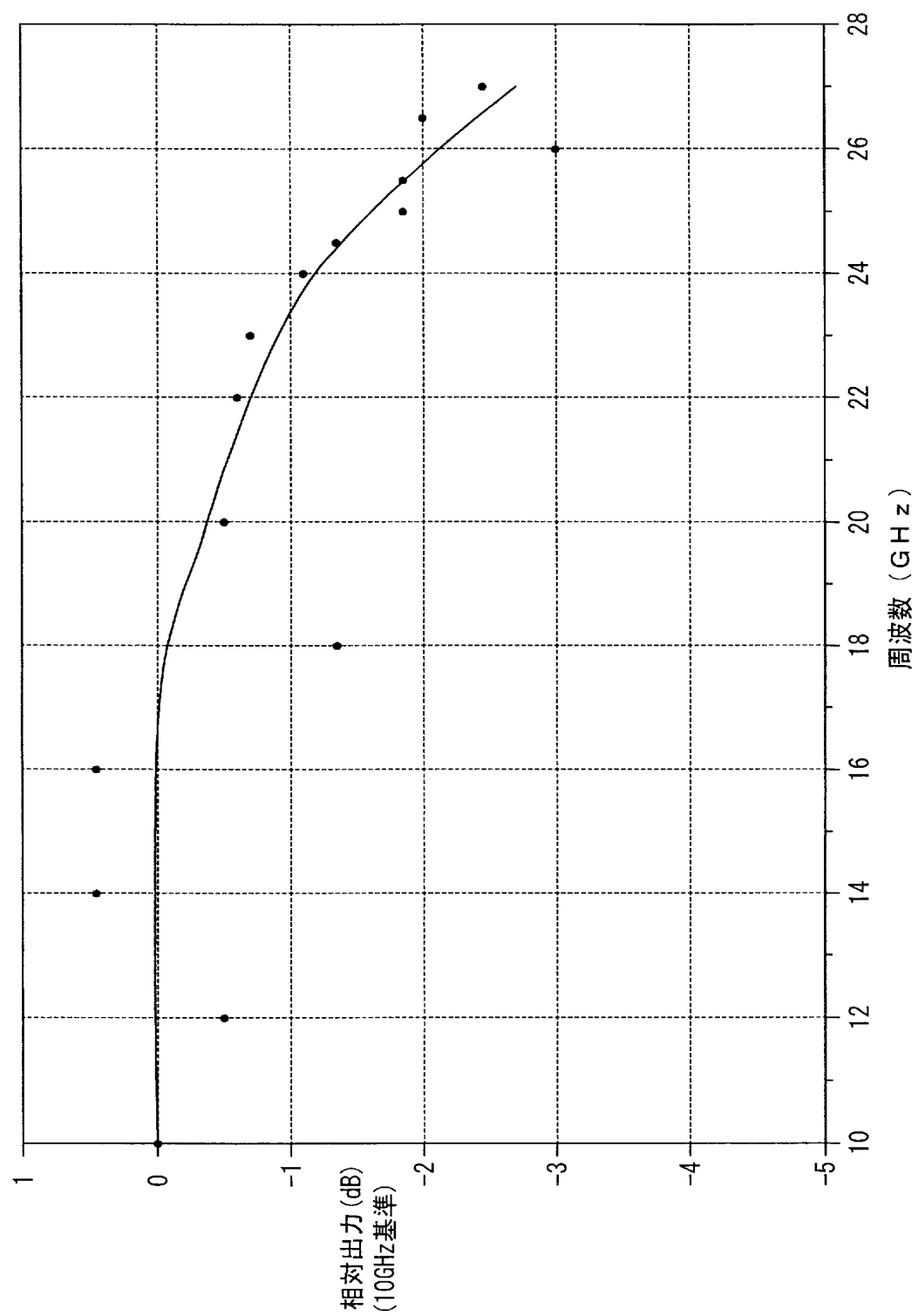


【図 5】

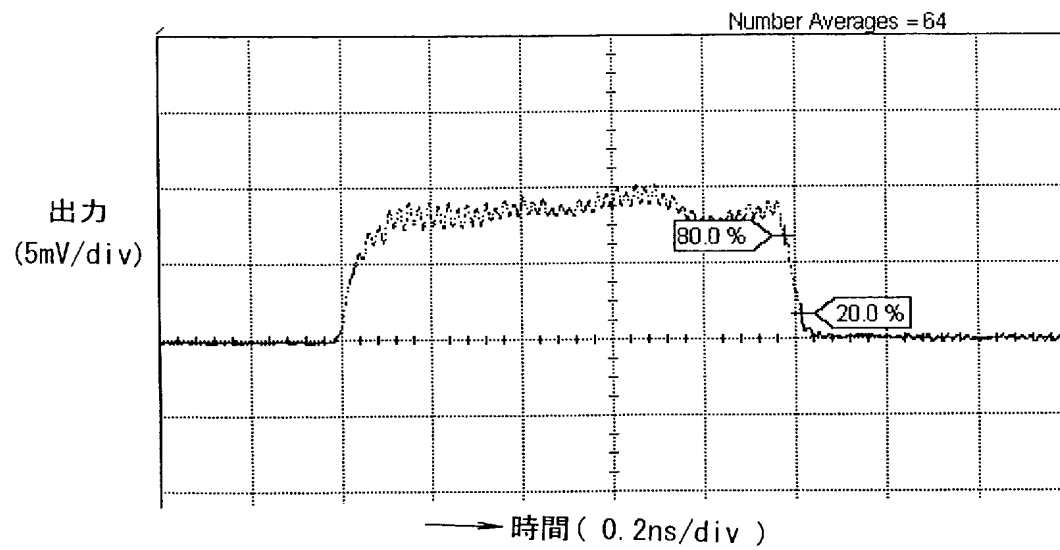


【図 6】

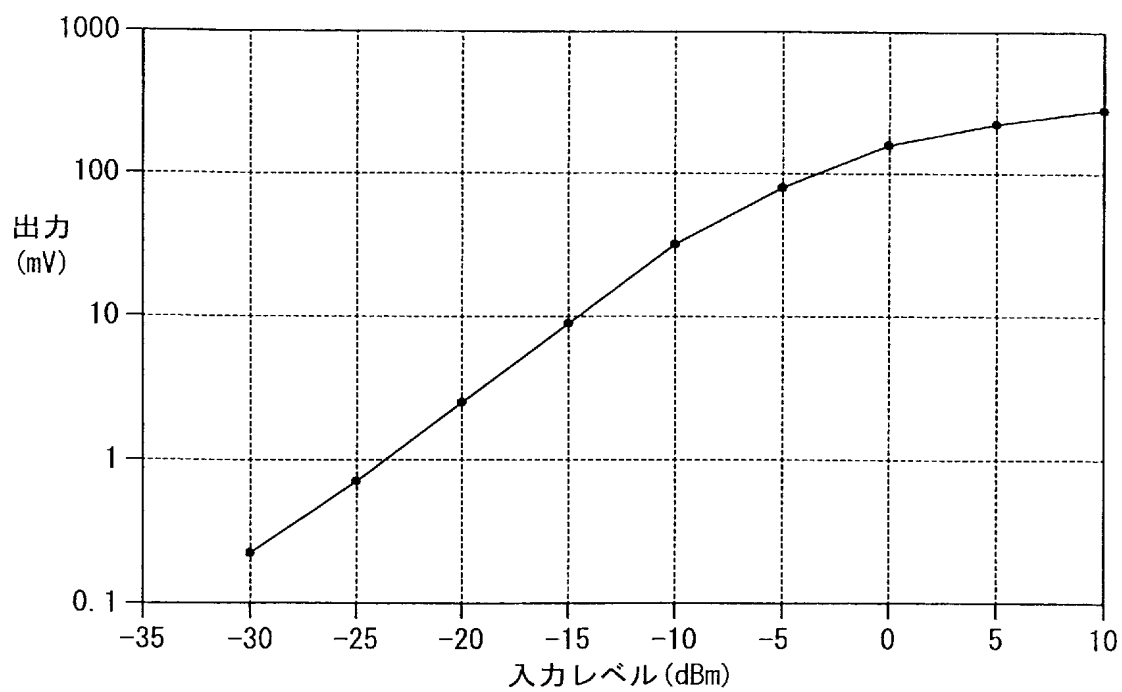




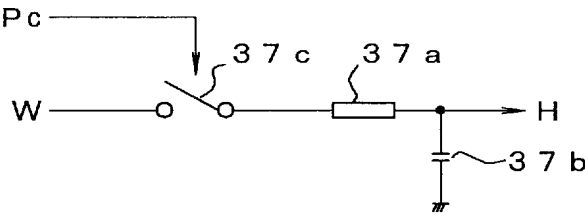
【図 8】

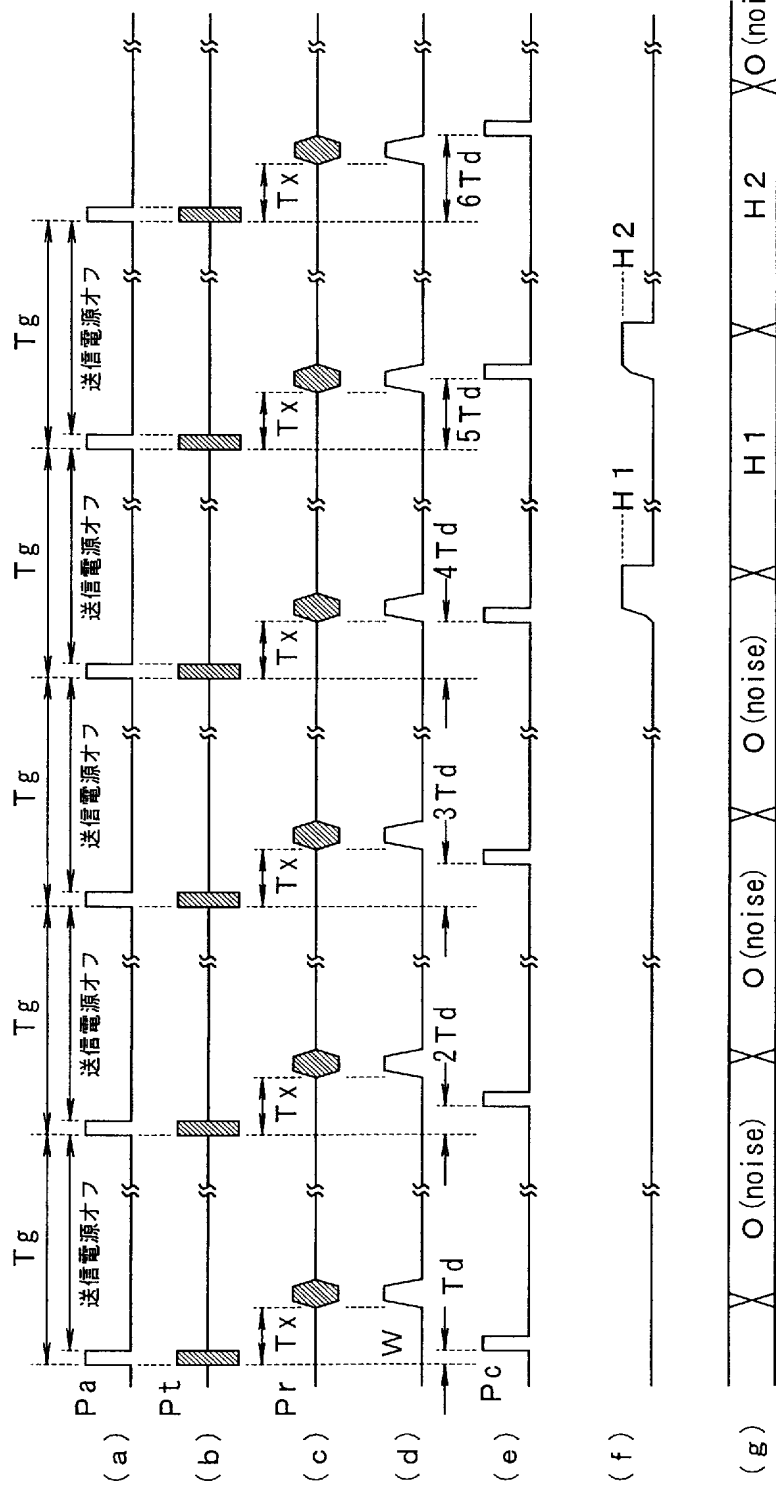


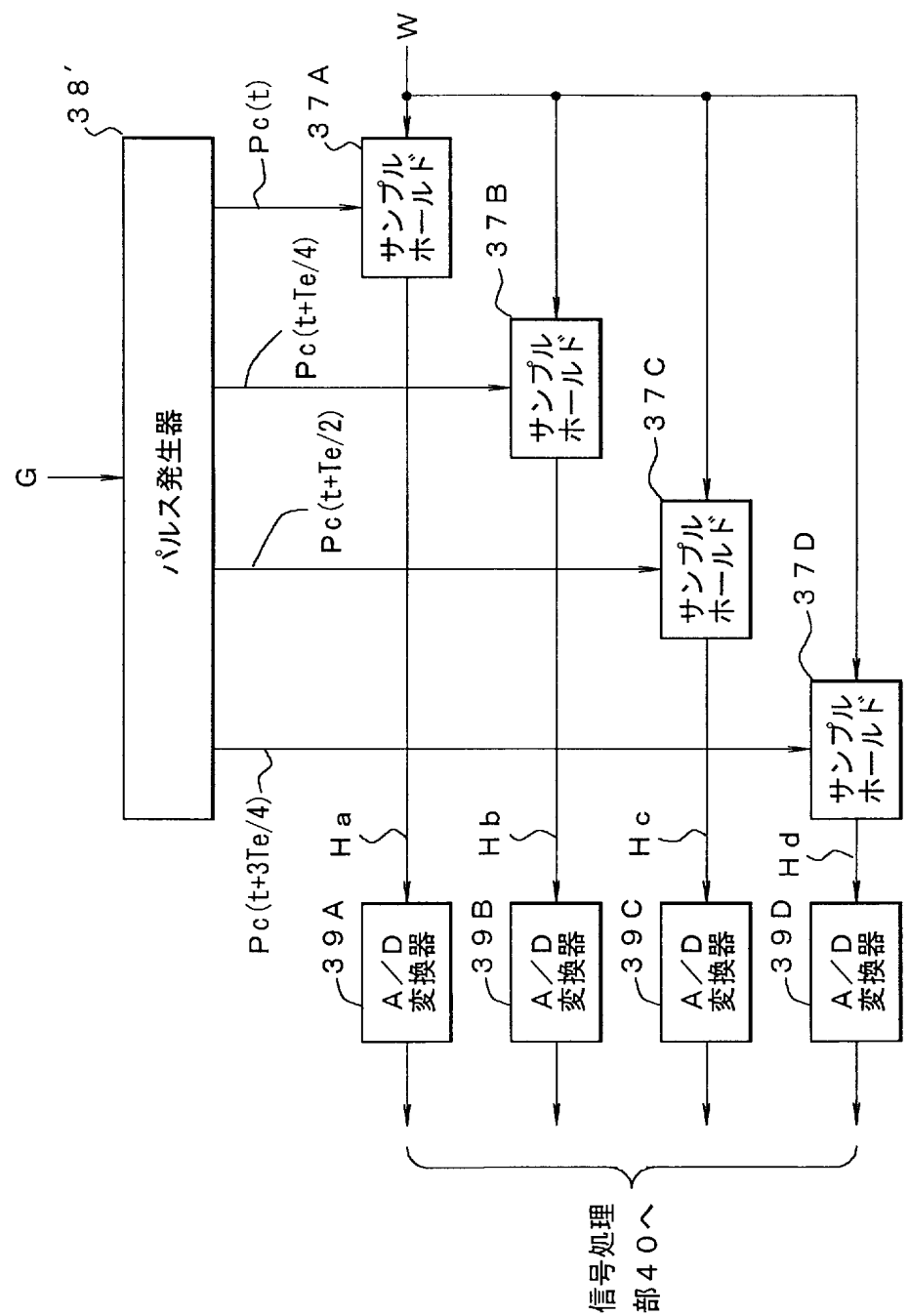
【図 9】



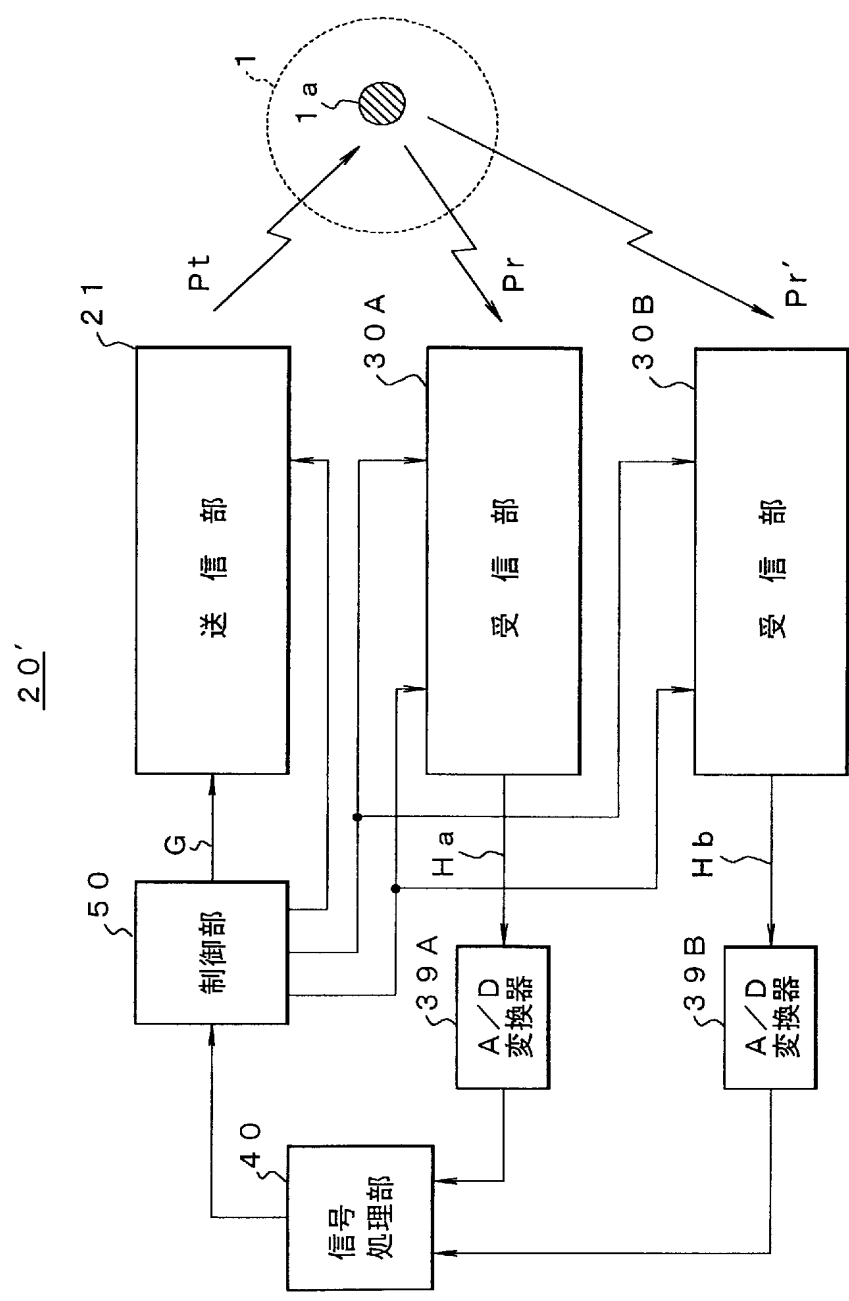
3 7



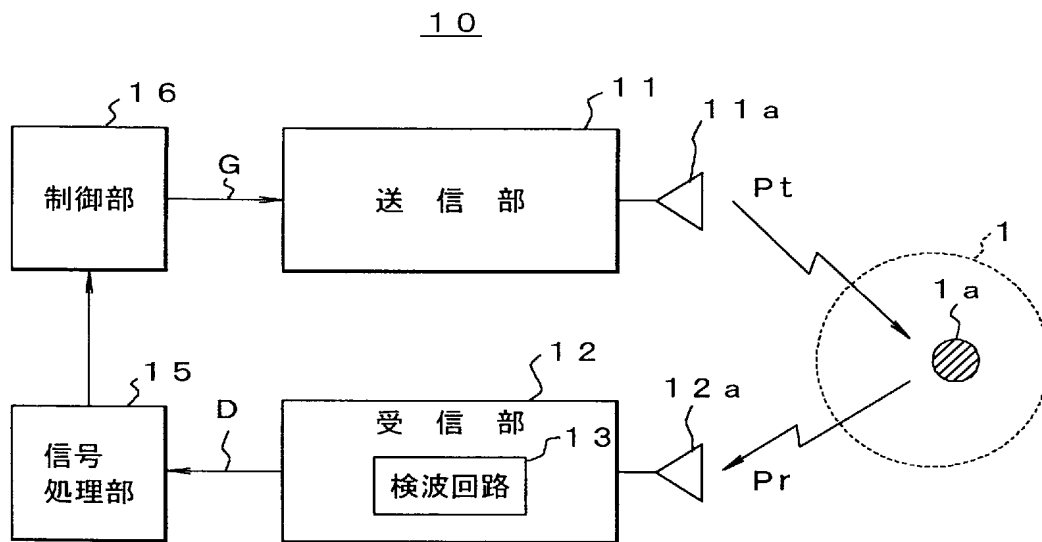




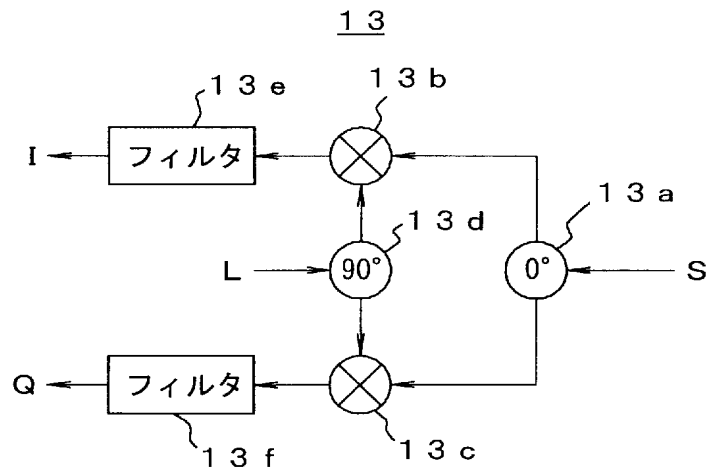
【図 13】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 UWBで使用可能な小型で且つ消費電力が少ない短パルスレーダを提供する。

【解決手段】 短パルス波を空間 1 へ放射する送信部 2 1 と、空間 1 に放射された短パルス波の反射波を受信アンテナ 3 1 により受信し、検波回路 3 3 によって検波する受信部 3 0 と、受信部 3 0 の出力に基づいて、空間 1 に存在する物体 1 a の解析処理を行う信号処理部 4 0 と、信号処理部 4 0 の解析結果に基づいて、送信部 2 1 および受信部 3 0 の制御を行う制御部 5 0 とを有する短パルスレーダ 2 0 において、受信アンテナ 3 1 で受信された信号を同相分岐する分岐回路 3 4 と、分岐回路 3 4 によって同相分岐された信号同士を線形乗算する線形乗算器 3 5 と、線形乗算器 3 5 の出力信号からベースバンド成分を抽出する低域通過フィルタ 3 6 とにより、受信部 3 0 の検波回路 3 3 を構成した。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 0 5 7 2

20030627

住所変更

神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地

アンリツ株式会社

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社